



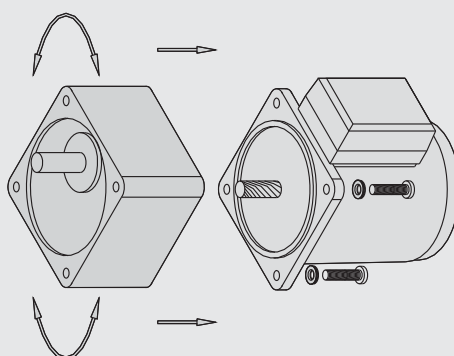
为确保安全及正确使用，产品选型、安装、使用前，请务必仔细阅读此技术资料!

技术资料

Jssc Motor System Technical Information



ISO9001



本资料仅供参考
Only for Reference



名词解释

◆ 电机

● 起动转矩

电机起动时瞬间产生的转矩，通常，单相电机起动转矩为额定转矩60~70%，三相电机起动转矩为额定转矩2~3倍。由于单相电机起动转矩小于额定转矩，因此在恒负载应用计算驱动力时，单相电机的输出转矩应为起动转矩。

● 额定转矩

电机在额定电压、额定频率下可连续输出的转矩。

● 额定转速

电机在额定电压、额定频率、额定输出功率下的转速。

● 空载转速

电机在额定电压、额定频率、无负载下的转速。

● 停止过转量

电机转子轴从切断电源的瞬间到完全停止时，因惯性继续旋转的圈数。

● 制动力

为使电机输出轴快速减速、制动停止，或使电机输出轴保持原状态所施加于电机转子轴的力。

电磁制动电机的制动转矩为额定转矩的1.2~1.8倍。

阻尼电机的制动转矩为额定转矩的10%。

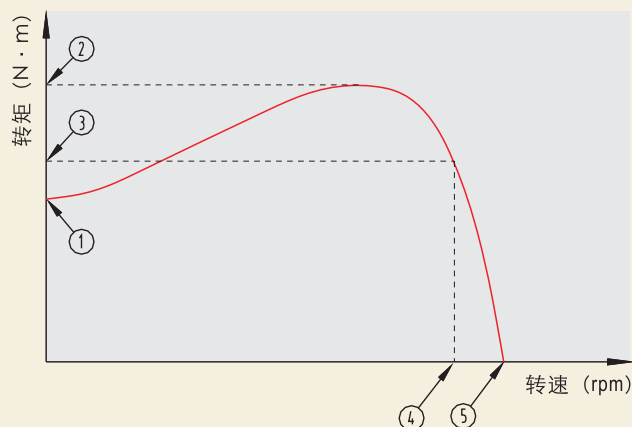
● 齿轮轴

电机转子轴形状为齿轮状，用于配套、连接减速箱用。

● 圆 轴

电机转子轴形状为圆柱状，用于电机单独使用，无法配接减速箱。

◆ 电机转矩-转速曲线



图中

- ① 起动转矩
- ② 最大转矩
- ③ 额定转矩
- ④ 额定转速
- ⑤ 空载转速

◆ 减速箱

● 容许转矩

电机经减速箱减速，电机端输出转矩被减速箱放大减速比的倍数，当减速比较大时，如1:180，电机输出转矩放大180倍后，若此时减速箱负载很大时，理论上电机可以驱动负载，但由于减速箱机械强度无法承受此负载，减速箱将损坏，保证减速箱不损坏的最大负载转矩即为减速箱容许转矩。

● 格雷森弧齿轮

该齿轮为90度传动，具有传动效率高，无自锁，寿命长，主要用于汽车后桥传动，为最先进的90度传动结构。



产品技术文件一览

◆ 纸质《综合目录》



◆ 光盘 (包含如下内容)

- 《综合目录》PDF文件
- 产品 2D 文件
- 产品 3D 文件



◆ 各产品系列 PDF文件

● 6~200W 微型电机系列

- YS系列标准电机.pdf
- YR系列阻尼电机.pdf
- YT系列调速电机.pdf
- YB系列电磁制动电机.pdf
- YF系列调速电磁制动电机.pdf
- TP系列力矩电机.pdf

● 调速器、驱动器系列

- SF系列面板式调速器.pdf
- SPC系列面板式调速器.pdf
- SK系列内置式调速器.pdf
- SNT系列内置式调速器.pdf
- SFB系列面板式驱动器.pdf
- SKB系列内置式驱动器.pdf
- TF系列面板式力矩驱动器.pdf
- TK系列内置式力矩驱动器.pdf
- DB系列内置式驱动器.pdf
- DK系列内置式通讯型驱动器.pdf

● 安装脚、联轴器系列

- 直角安装脚.pdf
- 弹性联轴器.pdf

● 250~1500W 小型电机系列

- S系列标准减速电机.pdf
- F系列变频减速电机.pdf
- B系列电磁制动减速电机.pdf

● 0.25~22kW 变频器系列

- A系列 220V 0.25~0.4kW 变频器.pdf
- B系列 220V 0.75~2.2kW 变频器.pdf
- C系列 380V 0.75~3kW 变频器.pdf
- D系列 380V 4~22kW 变频器.pdf
- 精研变频器 RS-485 通讯协议.pdf

● 技术资料.pdf

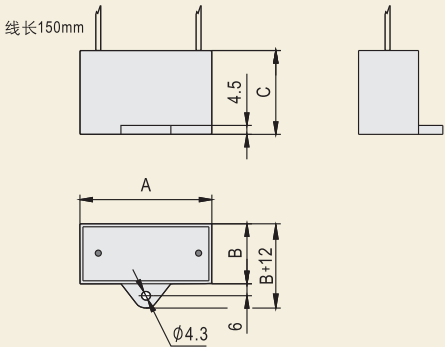
技术参数表

电机通用技术标准

项 目	性 能 参 数
绝缘电阻	20MΩ以上。
绝缘耐压	额定电压 220V 及以下 1500V / min，额定电压 380V 1760V / min。
温 升	6~200W 电机 75K以下；250~1500W电机 80K以下。
绝缘等级	6~200W 电机E 级（120℃）；250~1500W电机B级（130℃）
工作制式	除TP力矩电机为短时工作制外,其余电机均为连续工作制（S1）
防护等级	IP44
使用环境温度	-10℃~+40℃（无冻结）
使用环境湿度	85%以下（无结露）

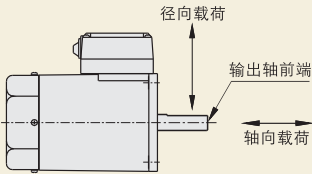
运行电容尺寸表

型 号	外形尺寸（mm）		
	A	B	C
0.7μF / 450V	32	11	22
1μF / 450V	37	13	22.5
1.5μF / 450V	37	14.5	27
2.5μF / 450V	38	19	31
3.5μF / 450V	47	19	31
5μF / 450V	47	25	36
6μF / 450V	47	27	37
8μF / 450V	47	30	43
10μF / 450V	47	30	43



6~200W微型圆轴电机最大容许径向和轴向负载

机座号	输出轴直径Φ (mm)	最大容许径向负载（ N ）		容许轴向负载 (N)
		自输出轴前端起距离		
		10mm	20mm	
60	6 (6W)	90	100	10
70	8 (15W)	120	130	20
80	8 (25W)	120	130	20
90	10 (40W)	250	270	40
	12 (60W)	260	280	40
	12 (90W、120W)	270	290	40
100	12 (200W)	450	480	70





● 6~200W 微型标准减速箱最大容许径向和轴向负载

机座号	减速比	最大容许径向负载（N）		容许轴向负载 （N）
		自输出轴前端起距离		
		10mm	20mm	
60	3~18	100	160	30
	20~180	300	450	80
70	3~18	200	250	110
	20~180	550	650	250
80	3~18	200	250	110
	20~180	500	600	250
90	3~18	300	350	100
	20~180	500	600	250
100	3~18	500	600	150
	20~180	700	800	450

● 6~200W 微型直角减速箱最大容许径向和轴向负载

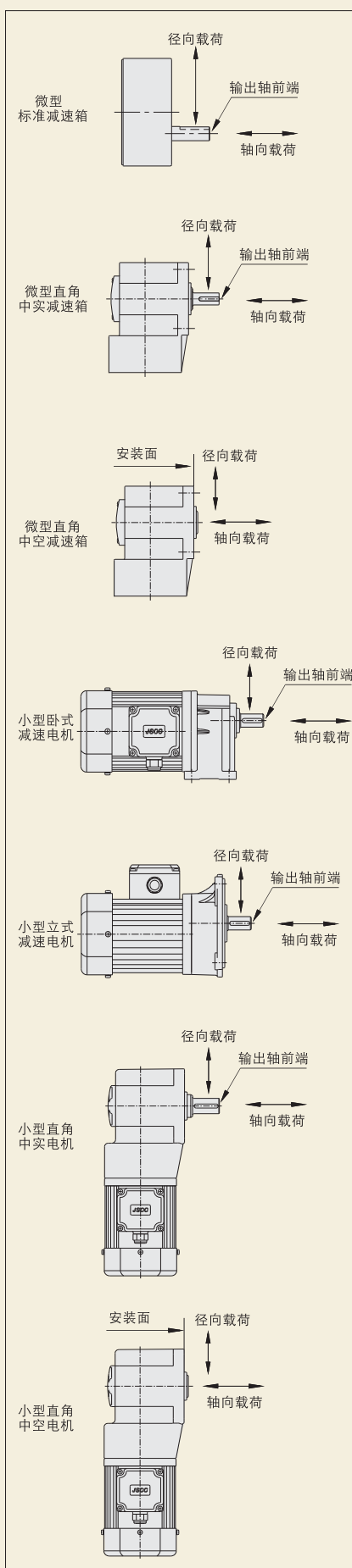
机座号	输出轴型	最大容许径向负载（N）		容许轴向负载（N）
		中实自输出轴前端起距离、中空自安装面起距离		
		10mm	20mm	
80	中实	950	1050	800
	中空	1200	1100	800
90	中实	1200	1350	1100
	中空	1600	1450	1100
100	中实	1550	1450	1400
	中空	1650	1500	1400

● 250~1500W 小型卧式、立式减速电机最大容许径向和轴向负载

功 率	减速比	最大容许径向负载（N）		容许轴向负载 （N）
		自输出轴前端起距离		
		10mm	20mm	
250W	3~25	1500	2000	200
	30~90	2800	3000	1400
	100~200	3800	4100	3500
370W	3~25	1200	1600	200
	30~90	2600	2900	1900
	100~200	3000	3300	3500
750W	3~25	1900	2000	600
	30~140	2300	2500	4000
1500W	3~20	2600	3000	1200
	25~60	1400	1500	1750

● 250~1500W 小型直角减速电机最大容许径向和轴向负载

功 率	输出轴型	最大容许径向负载（N）		容许轴向负载 （N）
		中实自输出轴前端起距离、中空自安装面起距离		
		10mm	20mm	
250W	中实	3200	3500	1600
	中空	4100	3900	1600
370W	中实	3600	3900	1600
	中空	4500	4300	1600
750W	中实	3600	3900	1600
	中空	4500	4300	1600
1500W	中实	3600	3900	1600
	中空	4500	4300	1600



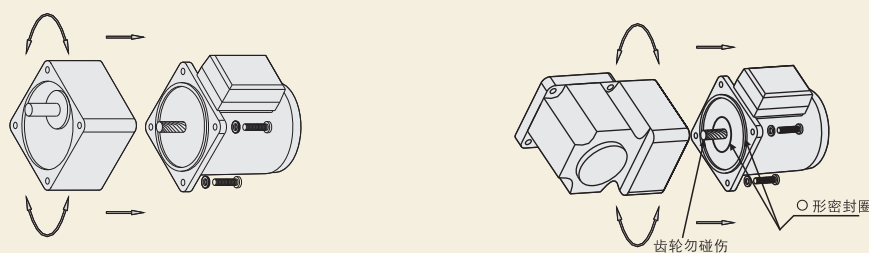


■ 常见机械设计安装问题

1、我司6~200W微型系列欧标产品与其它品牌在尺寸、外形互换的区别点如下，其它安装尺寸均相同可互换。

区别点	精研·JSCC	其它品牌	解决方法
标准减速箱安装孔形式	标配为螺纹孔 优点：①安装方便 ②内镶不锈钢螺套，螺纹不易损坏	通孔	定制通孔型
接线盒	标配带接线盒（6W除外） 优点：①IP54防护，符合安规标准 ②美观、接线方便	引线式	定制引线式 (线长：300mm)

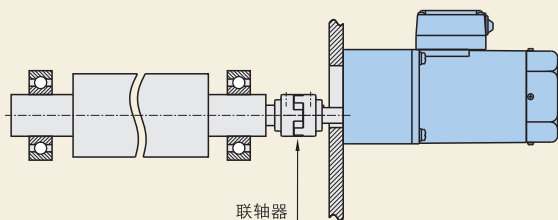
2、6~200W微型电机与减速箱安装角度



按图示任意旋转电机或减速箱、请勿碰伤电机齿轮轴，勿损坏O形密封圈，法兰上的四个螺钉对角依次紧固，确保电机与减速箱体紧密贴合，防止漏油，防止电机噪声。

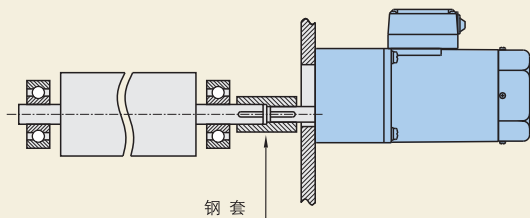
250~1500W 小型电机与减速器为一体装配，用户无法自行更改安装角度，订货时请注意，请参阅产品目录 P217页。

3、负载轴与电机轴出轴的联接方式



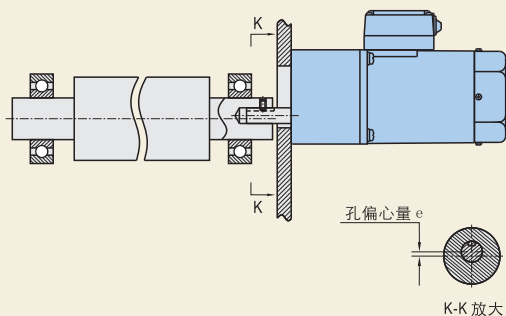
✓ 合理

采用联轴器连接可补偿负载轴与电机输出轴之间的同心度与角度偏差，防止过定位，确保电机正常工作。



✗ 不合理

采用钢套连接无法补偿负载轴与电机输出轴之间的同心度与角度偏差，导致负载变大，严重时电机输出轴折断。

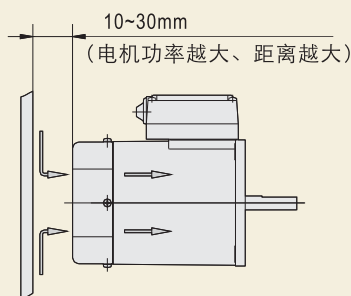


✗ 不合理

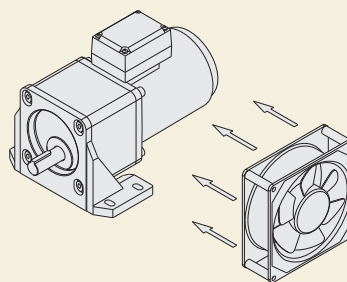
采用负载轴中心钻孔/镗孔难以达到较高的同心度，存在偏心量 e ，当螺钉锁紧后，输出轴将过定位，导致负载变大，严重时电机输出轴折断。



4、电机散热



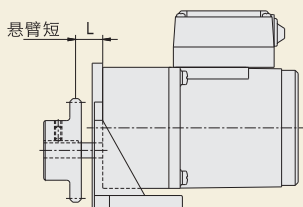
电机风扇进风口进风距离



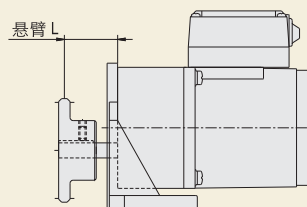
电机侧边加装轴流风机强制散热

5、链轮安装方法

链轮直径尽可能大，以减小径向载荷。



合理



不合理

6、选用大减速比（1:50）以上减速箱或加装中间减速箱时注意事项

◆ 我司6-200W多功能减速电机，是按国际标准尺寸设计，该系列减速电机由于大减速比（1:50）以上与小减速比减速箱均共用同一尺寸减速箱，其设计应用场合为：仅需要低的运转速度，不要求减速箱、电机全功率输出。因此，当选用大减速比（1:50）以上减速箱或加装中间减速箱时，减速箱最大容许转矩将小于电机额定输出转矩×减速比乘积值，若减速箱输出轴卡死或严重过载，减速箱将损坏，请设计选用时特别注意。

● 特别是三相电机过载能力强，其起动转矩可达额定转矩的3倍，若减速箱输出轴有卡死或严重过载的可能，请选用起动转矩小于额定转矩的单相电机。

● 90机座号系列电机，有40W、60W小功率电机可选，因此90机座选用大减速比（1:50）以上减速箱或加装中间减速箱时，若减速箱输出轴有卡死或严重过载的可能，请选用40W、60W功率小的电机，勿选用90W、120W功率大的电机。

若设计中无法避免减速箱输出轴卡死或严重过载，应安装转矩限制装置过载打滑或在容易更换维修的位置安装安全销损坏后方便维修。

◆ 设计举例

● 客户原设计

选用：电磁制动电机 **90YB90GY38+90GK(F)120RT**

90YB90GY38 为三相电磁制动电机，额定输出转矩 $0.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，同时三相电机过载能力强，其起动转矩可达额定转矩的3倍，由于该配置减速比高达1:120，即电机的输出转矩经减速箱减速将被放大120倍，90机座减速箱最大容许转矩为 $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，电机输出转矩放大120倍，并过载3倍的转矩为：

$0.7 \text{ N} \cdot \text{m} \times 120 \times 3 = 252 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，远远超过最大容许转矩 $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，因此，若减速箱输出轴卡死或严重过载，减速箱将损坏。

● 优化设计：应减小电机功率，电机功率选用90机座号40W电机，同时不要用过载能力特强的三相电机，改用起动转矩小于额定转矩的单相电机 **90YB40GV22**

按此配置最大输出转矩为： $0.3 \text{ N} \cdot \text{m} \times 120 = 36 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，小于最大容许转矩 $40 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，满足要求。

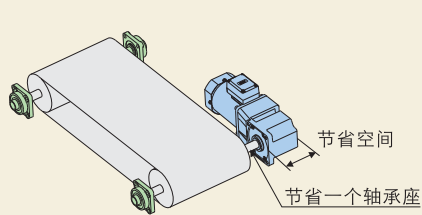
● 客户新设计：

改用：电磁制动电机 **90YB40GV22 + 90GK(F)120RT**，既可满足要求又节约成本。

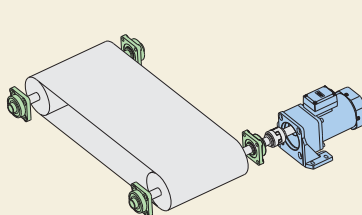


7、直角中空减速箱应用优点

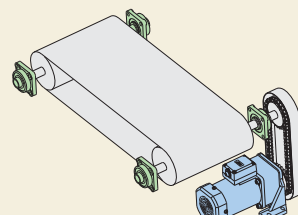
采用直角中空减速箱，无需链轮、链条、链条防护罩，同时可节省一端轴承座，简化设计、降低成本，同时还可减少轴向尺寸，节省安装空间。



直角中空减速箱直连传动方式



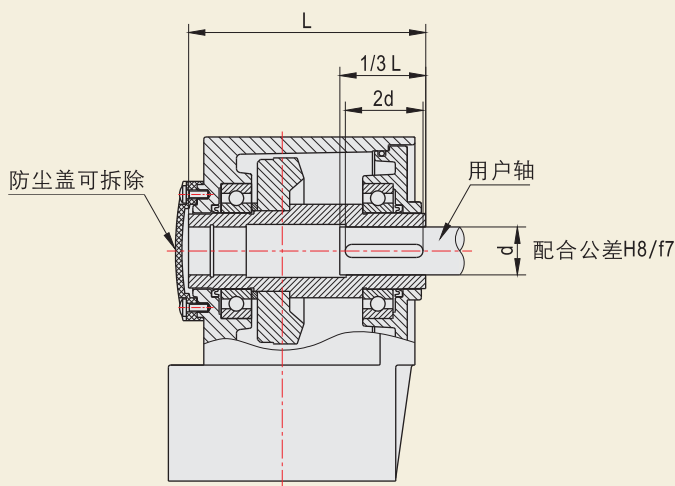
传统传动方式一



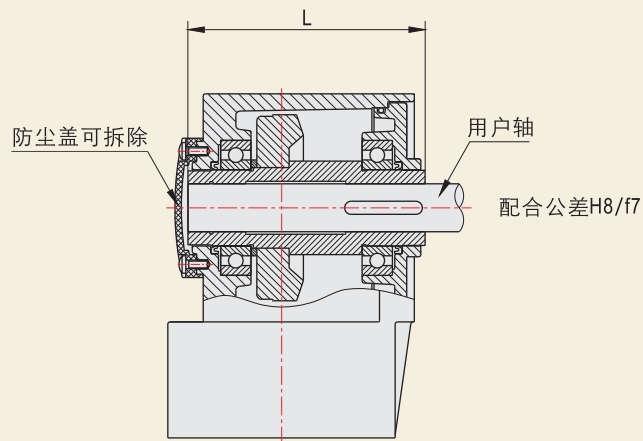
传统传动方式二

8、直角中空减速箱结构设计要点

● 用户轴已轴向定位

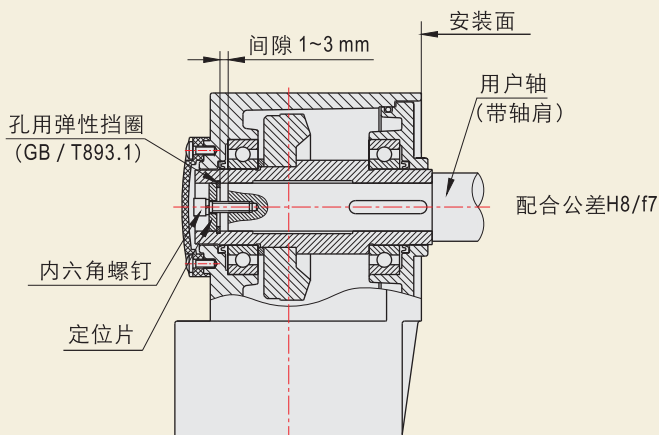


若用户仅用减速箱做单点支撑定位，
则用户轴长仅需插入中空轴 1/3 深即可

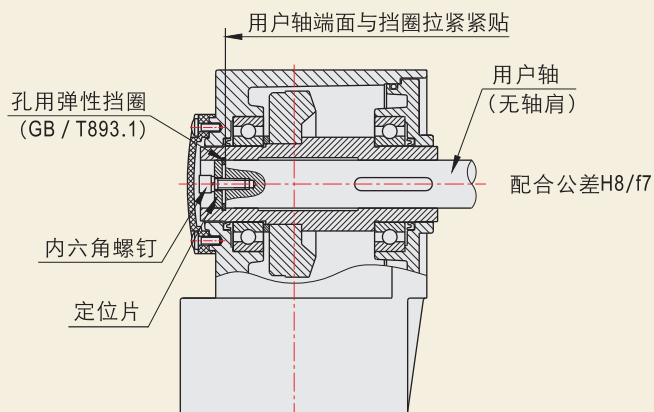


若用户用减速箱做双点支撑定位，
则轴长应与中空轴 L 等长

● 用户轴需要用减速箱做轴向定位



若用户轴带轴肩
则需留出间隙确保螺钉拉紧定位
(轴向定位可靠性高 推荐)

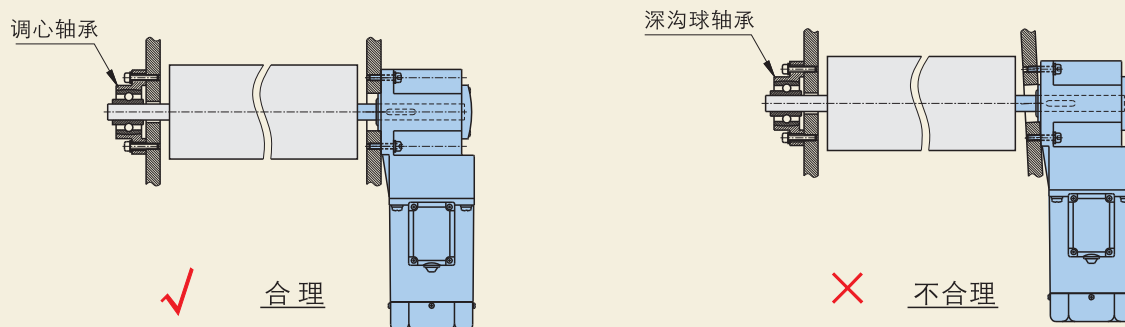


若用户轴无轴肩
则用户轴端面与挡圈贴合后拉紧定位
(轴向因孔用弹性挡圈有间隙 不推荐)

注意：以上四种安装方式，均要求用户轴与减速箱安装面的垂直度误差小于0.05mm、用户轴与减速箱中空孔的同心度误差小于0.03mm，减速箱中空孔与用户轴配合公差H8/f7，键槽与轴线同心度、平行度误差均小于0.03，防止过定位，憋死。



9、直角中空电机安装法兰面与负载轴不垂直



- 现象：电机无力或憋死，运转时振动、摆动明显，严重时造成电机输出轴断。
- 原因：电机安装法兰面与负载轴不垂直，电机锁紧后，强拉扭曲过定位。
- 故障诊断与排除：
 - (1) 电机锁紧螺钉稍微拧松时，输出力矩、振动和摆动有改善，便可以初步确定是此原因。
 - (2) 松开安装螺钉，观察电机安装面与设备安装面的四周间隙是否相等、平行，若相差较大即可初判此原因，也可进一步拆下电机，将百分表架在负载轴上，负载轴转一周打安装法兰面的跳动，若跳动值大于0.1mm便可最终确定此原因。
 - (3) 修正电机安装法兰面与输出轴的垂直度，直至故障排除。

10、减速箱齿轮崩齿

- 理论上讲是由于齿轮所承受负载超过齿轮抗弯强度，导致齿断。齿轮所承受的负载由静负载和冲击负载组成，静负载一般为负载转矩，冲击负载一般为零件惯量加减速产生的冲击力。
- 实例说明：铁锤钉钉子

我们手拿铁锤钉钉子至木头，我们先用静负载力钉钉子，静力为锤子重量和手可施加的压力，可想而知，这钉子是不进木头的，这时候我们用冲击负载力来钉钉子，钉子即可轻松钉入木头，由此例子，我们可以知道冲击力是很大的，那冲击力是怎么来的呢？

当锤头接近钉子时，其速度为 V_1 ，当接触钉子瞬间，其速度迅速降为 V_2 ，由于 V_1 远大于 V_2 ，因此产生了很大的加速度 a ，根据牛顿定律，冲击力 $F=ma$ ， m 为锤头质量，锤头质量越大，冲击力越大，同尺寸的锤子，采用比重大的材料制造，其质量就大，因此同尺寸锤头，铁锤比铝锤有力，因为铁比铝比重大。
- 解决措施
 - 1、静负载由于为负载转矩，较难优化。
 - 2、动负载为冲击力，参考铁锤钉钉子实例说明，根据 $F=ma$ ，我们可以采用以下办法优化，减小冲击力，防止齿轮崩齿。
 - (1) 零件采用轻材料代替重材料，减小 m 。
 - (2) 减少零件尺寸，优化形状，减少转矩惯量。
 - (3) 采用变频器控制电机启动，停止加减速时间，减小 a ，实现缓加速缓减速。



11、电磁制动电机刹车片磨损大，寿命短

- 1、电磁制动电机采用继电器或接触器直接控制启动、停止，当电机停止时，电机因刹车片刹车迅速由高速降至停止，若电机频繁启停，刹车片将很快磨损，就好比汽车，在 100km/h 急刹车，不断反复。
- 2、若采用三相电磁制动电机配我司变频器控制，变频器具有在电机停止时，先将电机由高速降为低速直至接近停止状态，此时刹车片才抱闸，因此刹车片磨损小，寿命长，就好比汽车在100km/h 高速先减速不断降档至低速时才踩刹车。
- 3、当然这样的控制方法，电机停止时间会延长，但只要我们提前停止，即可改善停止时间，又避免刹车片磨损。

12、垂直上升下降负载，电机选型和控制

- 1、垂直上升、下降负载最典型的应用为 Z 轴升降，可采用丝杆、同步带、链条驱动。
- 2、上升时，电机承受重力负载，上升做功，下降时，物体由于重力自行下降，电机不做功。
- 3、根据能量守恒定律，下降时物体能量要释放，若释放的能量没被吸收，物体的下降速度将越来越快。
- 4、变频器控制三相电机，可以吸收物体下降时的能量，可以控制下降速度，下降速度稳定、可控。若采用单相 YT 调速电机或单相 YF 调速电磁制动电机，无法控制下降速度。
- 5、因此垂直上升、下降负载建议采用三相电磁制动电机配套变频器控制。

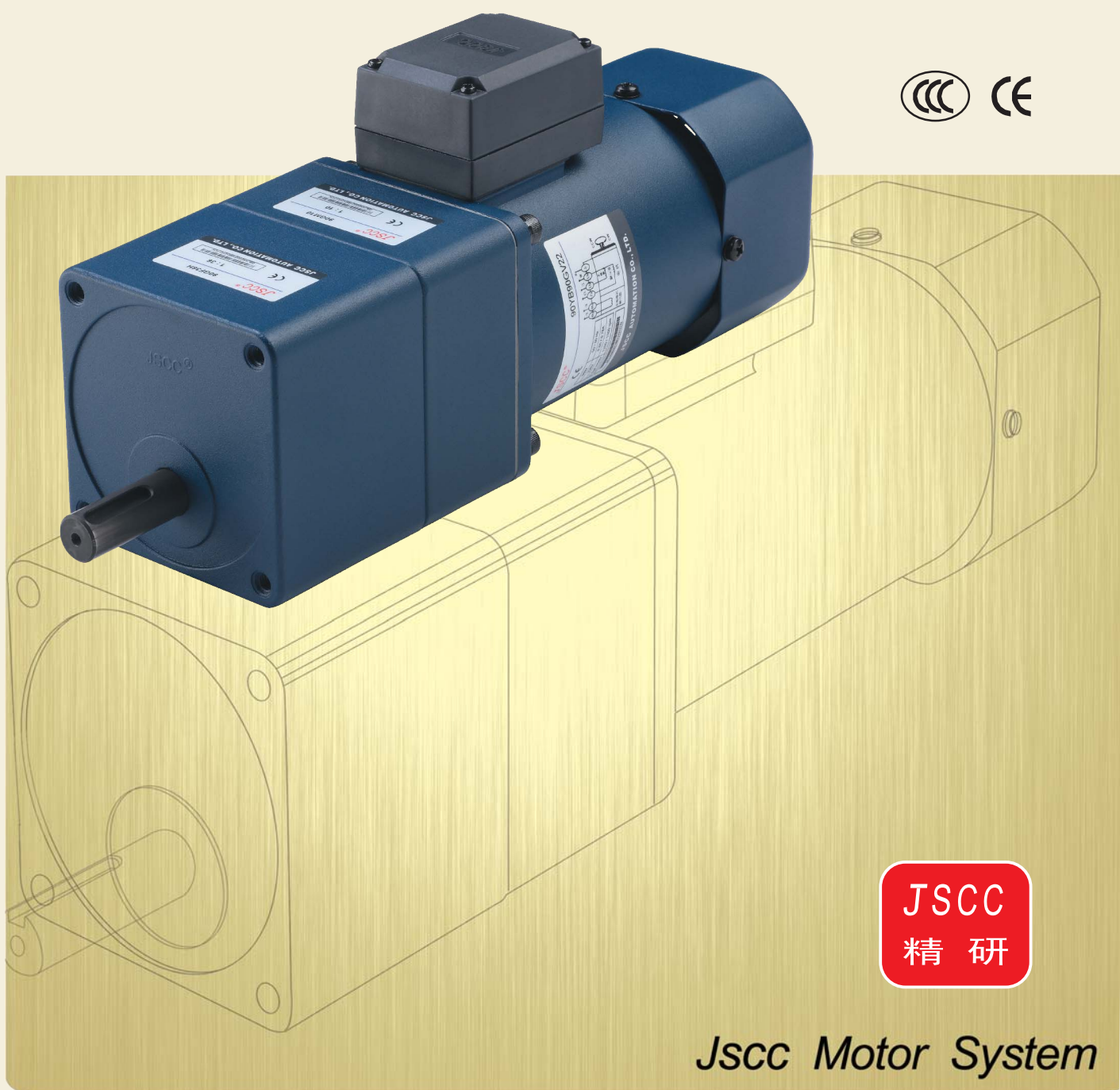
13、有定位精度要求的电机选型和控制

- 采用普通减速电机无法实现步进电机或伺服电机的高定位精度，同时普通减速电机齿轮箱无背隙精度指标，无法达到精密行星等精密型减速器背隙值。因此采用普通减速电机用于有定位精度要求的控制，应根据实际用途和特点，适当降低技术要求。
- 普通减速电机的定位精度与以下因素有关
 - 1、齿轮箱减速比，减速比越大，定位精度越高但背隙越大。
 - 2、齿轮箱结构，标准型减速箱比直角型减速箱背隙大。
 - 3、控制方法，建议采用三相电机或三相电磁制动电机配套变频器控制，采用双接近开关控制，一个用于接近目标前减速，一个用于到达目标时停止，类似火车进站，先减速再准确停止，提高定位停止精度。



精研电机 优异品质 值得信赖!

国际知名的自动化元件制造商



Jssc Motor System



常见电气控制技术问题

1、单相电机与三相电机特点对比

电机类型	电源要求	温升	振动	起动转矩	低速转矩性能	调速方法	调速成本	频繁正、反转
单相电机	单相	一般	一般	0.6~0.7倍	一般	调速器	低	可以
三相电机	三相 (配变频器可用单相电源)	低	小	2~3倍	好	变频器	高	可以

2、单相电机所配的运行电容可否加大或减小

单相电机所配的运行电容的容量是经过精确计算，兼顾电机各种特性配备的最佳容量，加大电容容量可增大起动转矩，起动更有劲，但同时电机温升会升高、效率下降，反之则相反。

3、单相电机开关从正转切换至反转，但电机仍正转没反转

单相电机从正转切换至反转过程中，若电机负载惯量较大，此时正反转切换易失败，须待电机减速一定时间后切换才会成功。

阻尼电机是在单相电机基础上加装阻尼装置，可使电机减速时间变短，实现快速正反转切换。

4、单相电机可否用变频器调速

不可以，必须使用调速电机并配套调速器调速。

5、1台调速器、驱动器是否可以控制多台调速电机？

不可以，因调速器、驱动器均为闭环控制。

6、如何防止调速电机过载，速度不稳定？

调速电机调速原理为类似汽车油门控制，因此对于相同的负载，选用调速电机的功率应比定速电机大一倍，使其平均工作负载在 50% 功率状态，当负载变大，立即加大油门，避免速度下降。

7、三相电机可否调速？

三相电机可以调速，但必须使用变频器调速，不可用调速器调速。

8、电机“漏电”现象分析

● 现象：

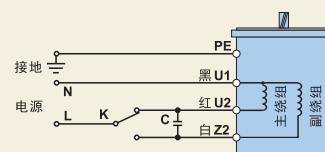
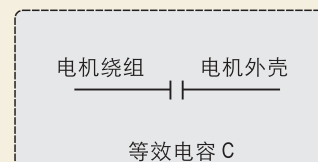
在电机使用中，若电机不接地线，会发现电机有“漏电”现象产生，用电笔测量，电机外壳带电，用电压表测量有时会测到100V以上的电压，以致让人误认为电机“漏电”了。

● 分析：

由于电机绕组线圈与电机金属外壳之间等效于一个电容，当电机通工频交流电时，交流电可以通过电容流至外壳，导致外壳带电，此电流暂称为漏电流 I ，由于等效电容 C 容量很小，仅几千皮法，对于50Hz交流电其容抗很大，因此漏电流 I 很小，即使人触摸到也仅有麻电感觉，不会伤人。

● 解决方法：

将电机PE接地端子接地，使漏电流 I 通过接地线释放至大地，就无“漏电”感觉。同时按照安规标准，为确保安全防止因电机烧坏或绝缘故障导致电机外壳带电伤人，电机PE接地端子必须接地。





9、变频器控制电磁制动电机方法分析

● 错误控制方法:

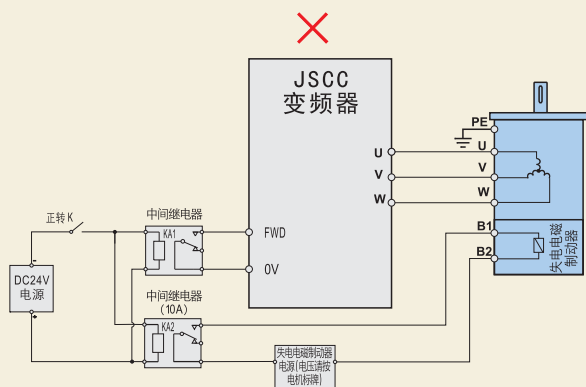


图 1

● 正确控制方法:

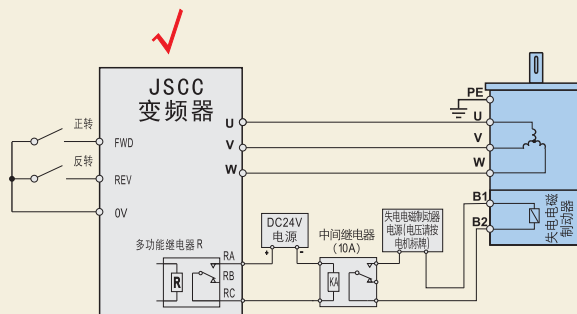


图 2

● 错误控制方法分析

如图 1，变频器正转端口 FWD 与失电电磁制动器电源进行联动。正转开关 K 闭合/断开时，KA1、KA2 均同时动作。

- ① 启动时，FWD 信号与电磁制动器电源同时接通，此时变频器还未有输出力矩，失电电磁制动器松闸，将导致垂直负载先掉落一小段再上升；
- ② 停止时，FWD 信号与电磁制动器电源同时断开，变频器处于降频减速状态，此时失电电磁制动器抱闸，将导致电机拖着刹车减速，导致刹车片严重磨损，电机异响。若将变频器减速时间设短，将导致电机在高速状态下进行刹车，设备振动大，刹车片磨损大。

● 正确控制方法分析

如图 2，通过变频器的多功能输出端口来控制电磁制动电机。菜单 F2.00 选择 4，电磁制动频率到达。

- ① 启动时，变频器先输出，当输出频率大于 F3.05 设定频率值 2~5Hz 低速区时，多功能继电器 R 动作，电磁制动器得电松闸，此时变频器已经具有一定输出转矩，可以有效防止垂直负载的掉落，类似汽车半坡起步。
- ② 停止时，变频器先减速，当输出频率小于 F3.06 设定频率值 2~5Hz 低速区时，多功能继电器 R 动作，电磁制动器失电抱闸，此时变频器还具有一定输出力矩，同时转速较低，不仅可以防止垂直负载的掉落，还可以避免刹车片的磨损，类似汽车半坡停车。

10、三相电磁制动电机使用变频器调速需注意的事项

电磁制动电机的 B1、B2 端必须单独接符合电压规格的电源，不可以接在变频器的 U、V、W 输出端口上，因为变频器在调频调速过程中输出电压是随频率变化的，会造成电机内失电电磁制动器无法正常吸合工作，因此电机仍将被抱死无法运转，我司变频器标配控制电磁制动电机的专用端口和程序，建议用户按图 2 接线使用。



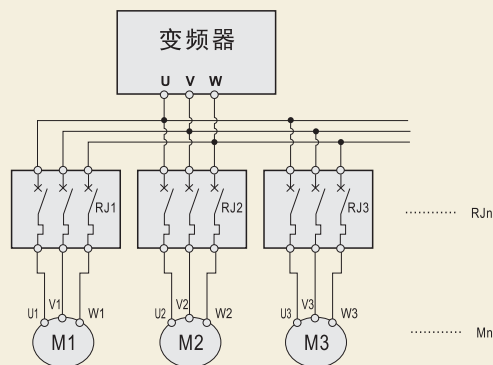
11、变频器一拖二甚至一拖多，需遵循以下原则

● 变频器功率计算

变频器功率 ≥ 被驱动电机总功率 × 1.5 倍

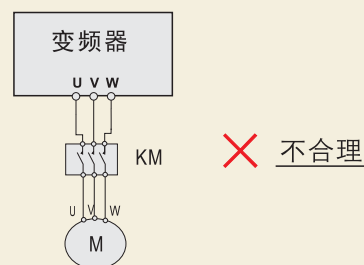
● 变频器与电机连接方法

一拖多应用变频器无法判断单台电机是否过载，故每台电机电源输入端均需安装与电机额定电流对应的电机热保护断路器，当电机过载时热保护断路器跳闸，保护电机。



12、变频器输出端口严禁接开关或接触器。

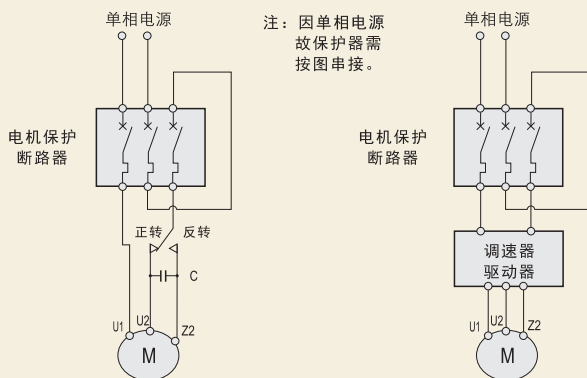
在特殊应用中若变频器输出端口需接开关或断路器时，当电机运转中严禁切换开关或接触器，必须等电机停止时才可切换，否则极易造成变频器跳闸或损坏。



13、电机过载保护方法

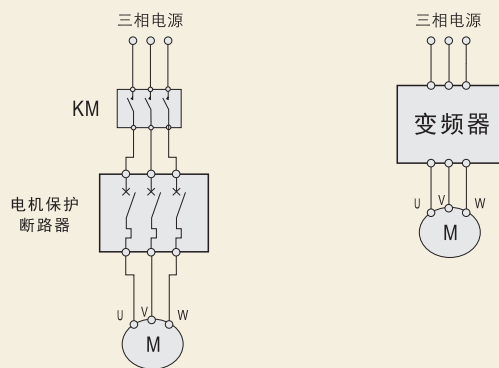
● 单相电机

采用电机保护断路器保护。



● 三相电机

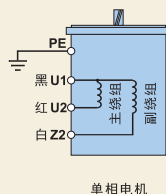
采用电机保护断路器或变频器保护



● 电机烧坏否判断方法

单相电机

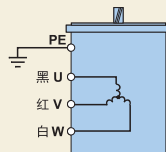
- (1) 测量 U1、U2 之间电阻 R1，
测量 U1、Z2 之间电阻 R2，
R1 与 R2 电阻相等。
- (2) 测量 U1、U2、Z2 与 PE 之间电阻无穷大。



单相电机

三相电机

- (1) 测量 U、V 之间电阻 R1，
测量 U、W 之间电阻 R2，
测量 V、W 之间电阻 R3，
R1、R2、R3 电阻相等。
- (2) 测量 U、V、W 与 PE 之间电阻无穷大。



三相电机

● 电机保护断路器





14、调速电机或调速电磁制动电机采用 SF、SK 调速器或 SFB、SKB 驱动器控制电机报 Er-1 故障报警

● 控制原理及故障分析

- (1) 调速电机尾部安装有用于检测电机速度的测速器，接线端口名：S1、S2。
- (2) 调速器 S1、S2 测速端口连接至电机测速器 S1、S2，用于接收电机速度反馈信号。
- (3) 调速器根据用户速度设定值，比较电机测速器 S1、S2 反馈的电机速度值，若电机实际运转速度高于设定值，则降低电机电压（减小油门）；若电机实际运转速度低于设定值，则升高电机电压（加大油门），使电机速度稳定。
- (4) 若调速器升高电机电压（加大油门）至最大值且经10秒延时，调速器仍未收到电机 S1、S2 反馈过来的速度信号或速度值为“0”，则判断电机没运转，并报警 Er-1。
- (5) 根据以上控制原理，出现 Er-1 可能的原因如下：
 - ① 调速器 Er-1 报警前，电机没运转。

原因：

 - 电机与调速器 U1 / U2 / Z2 连接线异常；
 - 电机负载过大，堵转，应加大电机功率，若速度满足要求可加大减速比。
 - ② 电机运转，但经过 10 秒时间，报 Er-1 故障报警。

原因：

 - 调速器至电机 S1、S2 断线或未接线。
 - 电机测速器损坏，电机返厂维修。
 - ③ 电机运转，但运行一段时间后报 Er-1 故障报警。

原因：

 - 若电机很热，则为电机功率偏小，负载偏大，应加大电机功率，若速度满足要求可加大减速比。
 - 若电机应用为频繁起停，电机启动转矩余量偏小，负载偏大，应加大电机功率，若速度满足要求可加大减速比。

● 关闭调速器或驱动器 Er-1 功能

- (1) 调速器 Er-1 报警功能，主要用于电机堵转保护，但电机过载无法保护。
- (2) 敝司不建议用户关闭此功能，若关闭此功能，一旦电机负载过大堵转，电机或调速器将烧坏。
- (3) 关闭此功能，仅限于故障原因判断分析用，问题解决后，请务必恢复打开保护功能。
- (4) 敝司调速器有关闭此功能之菜单，见下表：

○ SF/SK 调速器及 SFB/SKB 驱动器特殊功能菜单（密码：C789）：

参数码	参数功能	设定范围	功能说明	出厂设定值	用户设定值
F-32	堵转保护	1. 开 2. 关	打开、关闭 Er-1堵转保护	1	

15、如何判断电机过载

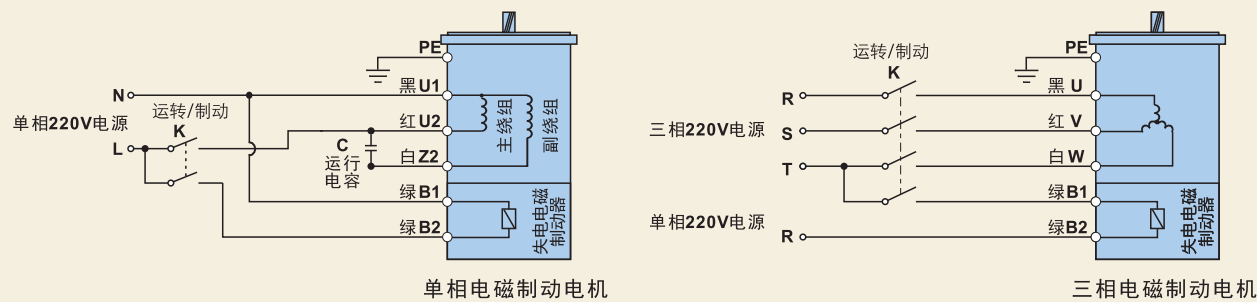
用电流表测量电机电流，若电流大于铭牌额定电流值，即过载。

16、销往日本产品注意点

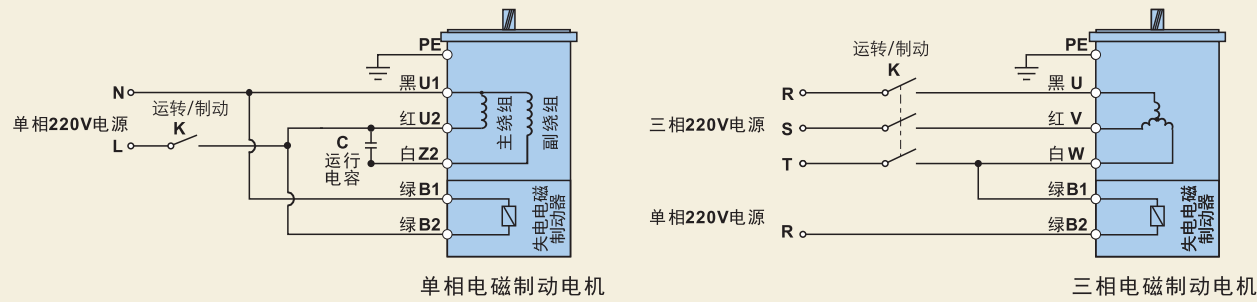
日本电源电压为单相 100V 60Hz，三相 200V 60Hz，电机的输出转矩与电源电压平方成正比，与电源频率成反比，我司单相110V电机在110V 50Hz电源环境下的输出转矩是100V 60Hz电源环境下的输出转矩的 1.45倍（ $1.1^2 \times 1.2$ ）。因此销往日本的产品务必修改减速比（加大1.2倍），并按日本电源环境进行重载测试。

17、电磁制动电机采用接触器或继电器控制方法

● 标准接线法



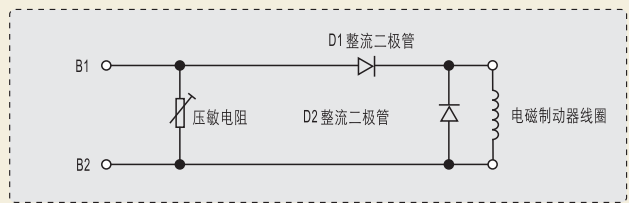
● 简易接线法



接线方法	接线方便性	制动时间(制动快慢)
标准接线法	接线相对复杂	制动快 (0.25秒)
简易接线法	接线简单、方便	制动慢 (0.4秒)

制动快慢原因说明：
简易接线法中，当电机断电时，由于电机绕组从运转至停止过程中会发电，发电产生的电将流入 B1、B2 继续供电，B1、B2 无法立即断电，致使制动抱闸时间滞后，电机制动变慢；标准接线法中，当电机断电时，电机绕组中所产生的电由于联动开关 K 断开，无法流入 B1、B2 中，B1、B2 瞬间断电，因此电机制动快。

18、电磁制动电机整流板原理图



19、电磁制动电机请勿使用固态继电器控制电磁制动器

- 因为电磁制动器工作电流很小，会造成固态继电器压降过大，电磁制动器 B1、B2 电压偏低，制动器无法正常吸合，造成制动器无法可靠吸合，松开刹车。



设计举例

1、上坡平皮带输送带负载计算和选型设计

● 条件

- 1、输送方式：上坡输送，输送物最大重量 $m=100\text{ kg}$
- 2、牵引滚筒直径 $D=\phi 150\text{ mm}$ （半径 $R=75\text{ mm}$ ）
- 3、输送速度 $V=16\text{ m/min}$
- 4、坡度 $\theta=10^\circ$
- 5、支撑面：钢板，摩擦系数 $\mu=0.2$
- 6、机械结构：直角减速机直驱
- 7、运转模式：连续运转

● 步骤

- 1、计算牵引滚筒总负载转矩
- 2、计算牵引电机转速
- 3、通过转矩与转速计算电机功率
- 4、以电机功率、转矩、转速，查阅产品目录选择合适的减速机
- 5、根据减速机功率，查阅产品目录选择配套的调速器或变频器

● 计算

1、输送物重量产生的摩擦转矩 M_1

$$M_1 = m \times \cos\theta \times 9.8 \times \mu \times R$$

kg与N换算系数
因坡度产生的切向分力
若水平输送带则此值为1

$$= 100 \times \cos 10^\circ \times 9.8 \times 0.2 \times 0.075$$

$$= 14.48 \text{ N} \cdot \text{m}$$

2、测量无输送物时，输送带自身空转所需转矩 M_2

$$M_2 = F \times L$$

切向力的力臂长度
无输送物时，转动牵引滚筒需要的切向力

实测法：

方法如图2所示：在牵引滚筒上安装一个力臂，力臂长度为 L ，在力臂垂直的方向施加切向力 F ，用拉力计或弹簧秤实测。当切向力 F 可以拉动输送带运转时，此切向力 F 与力臂长度 L 的乘积即为输送带自身空转所需转矩 M_2 。

经验估计法：

条件限制无法实测时， M_2 值可取经验值，经验值须依据以下情况适当取值：

- 1) 输送带支撑面摩擦系数
- 2) 输送带长宽尺寸
- 3) 输送带张紧力大小
- 4) 输送带跑偏
- 5) 轴承松紧
- 6) 牵引滚筒直径

如图1所示输送带结构，长 5 m ，宽 0.5 m ，

牵引滚筒直径 $D=\phi 150\text{ mm}$

结合实际情况取经验值 $M_2=10 \text{ N} \cdot \text{m}$

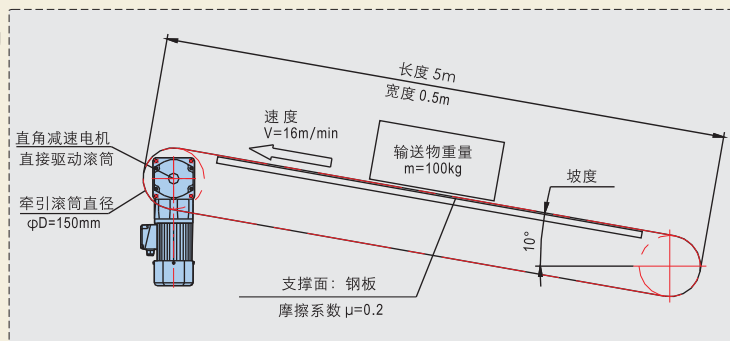


图 1

常用输送带摩擦系数 μ 参考值：

皮带-钢板： $\mu=0.2\sim 0.3$

钢链-钢轨： $\mu=0.15\sim 0.2$

皮带-托辊： $\mu=0.1\sim 0.15$

尼龙-滚筒： $\mu=0.1\sim 0.15$

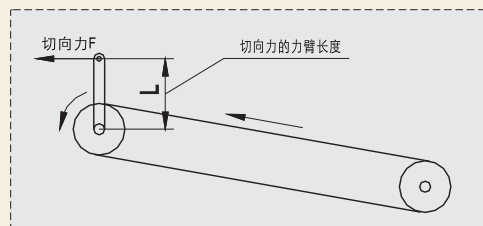


图 2

3、输送物上坡产生的提升分力负载转矩 M_3

$$M_3 = m \times 9.8 \times \sin\theta \times R$$

坡度产生的垂直分力
kg 与 N 换算系数

$$= 100 \times 9.8 \times \sin 10^\circ \times 0.075$$

$$= 12.76 \text{ N} \cdot \text{m}$$



4、总负载转矩 M

$$M = \frac{(M1+M2+M3)}{\text{安全系数,推荐值为1.5~2}} \times 1.5 = (14.48+10+12.76) \times 1.5 = 55.86 \text{ N} \cdot \text{m}$$

安全系数,推荐值为1.5~2

若水平输送, 则 M3=0

以上总负载转矩M的计算, 为连续运转情况的计算, 加速度转矩忽略不计, 若输送带为频繁起停的运转情况, 则起动时总负载转矩还需要考虑加速度转矩 M4。

$$\text{即 } M = (M1 + M2 + M3 + M4) \times 1.5$$

$$M4 = Fa \times R \quad \text{Fa为加速度牵引力 (单位: N), R为牵引滚筒半径 (单位: m)}$$

$$Fa = m \times a \quad \text{m为被牵引总质量 (单位: kg), a为加速度 (单位: m/s}^2\text{)}$$

$$a = (V1 - V0) \div t \quad \text{V1为加速后的速度 (单位: m/s), V0为初始速度 (单位: m/s)}$$

$$t \text{ 为加速时间 (单位: s)}$$

5、减速电机转速 n

$$n = V \div \pi \div D = 16 \div \pi \div 0.15 = 34 \text{ r/min}$$

滚筒周长

6、减速电机功率 P

$$P = M \times n \div \eta \div 9.55 = 55.86 \times 34 \div 0.8 \div 9.55 = 249 \text{ W}$$

功率与转矩、转速的换算常数

η 为传动效率, 取 $\eta=0.8$

注意: 若采用单相电机, 因单相电机起动转矩仅为额定转矩的 0.7 倍, 故减速电机功率应加大 $1 \div 0.7 = 1.43$ 倍。

7、以 $P > 249 \text{ W}$ 、 $M > 55.86 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $n = 34 \text{ r/min}$ (查产品目录 P233 页选电机)

250W 变频减速电机
速比 1:36

功率 $P > 249 \text{ W}$

转速 38.9 r/min 转速可变频调速至 34 r/min

转矩 61.6 N·m 转矩 $M > 55.86 \text{ N} \cdot \text{m}$

配直角中空减速箱

直角系列减速电机, 直接驱动滚筒, 省去了中间链轮传动, 节省空间和成本。



F250Y22L36RC

8、配变频器

功率 200W 及以上的应用

建议采用三相电机配变频器使用

若考虑成本, 则优选三相 220V 电机

接单相 220V 电源配变频器使用

若考虑三相平衡, 则优选三相 380V 电机

接三相 380V 电源配变频器使用

查阅产品目录 P268 页选变频器配套数显面板

型号: A025 变频器

输入电源: 单相 220 V

输出电压: 三相 220 V

配三相 220 V 变频减速电机使用

DF50 数显面板



A025 变频器



DF 50 数显面板



2、倍速链输送带负载计算和选型设计

● 条件

- 1、托盘与重物总输送物最大重量 $m=200\text{ kg}$
- 2、倍速链: 3 倍速
- 3、牵引链轮分度圆直径 $D=\phi 110\text{ mm}$ (半径 $R=55\text{ mm}$)
- 4、托盘输送速度 $V=15\text{ m/min}$ 。
- 5、支撑方式: 托盘与滚轮的滚动摩擦系数 $\mu=0.15$ 。
- 6、工作模式: 连续运转。

● 步骤

- 1、计算牵引链轮总负载转矩。
- 2、计算牵引电机转速。
- 3、通过转矩与转速计算所需电机功率。
- 4、以电机功率、转矩、转速, 查阅产品目录选择合适的减速电机。
- 5、查阅产品目录选择配套的调速器或变频器。

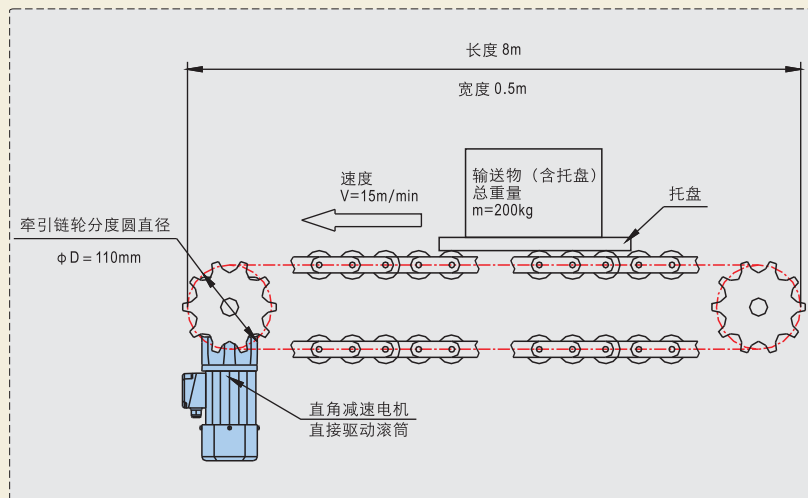


图 1

● 计算

- 1、托盘产生的滚动摩擦转矩 $M1$

$$M1 = m \times 9.8 \times \mu \times R$$

kg 与 N 换算系数

$$= 200 \times 9.8 \times 0.15 \times 0.055$$

$$= 16.17\text{ N} \cdot \text{m}$$

常用输送机摩擦系数 μ 参考值:

皮带-钢板: $\mu=0.2\sim0.3$

钢链-钢轨: $\mu=0.15\sim0.2$

皮带-托辊: $\mu=0.1\sim0.15$

尼龙-滚筒: $\mu=0.1\sim0.15$

- 2、3 倍速后至牵引链轮的转矩 $M2$

$$M2 = M1 \times 3 = 16.17 \times 3 = 48.51\text{ N} \cdot \text{m}$$

- 3、测量无输送物时, 倍速链自身空转所需转矩 $M3$

$$M3 = F \times L$$

切向力的力臂长度
无输送物时, 转动牵引链轮需要的切向力

实测法:

方法如图所示: 在牵引链轮上安装一个力臂, 力臂长度为 L , 在力臂垂直的方向施加切向力 F , 用拉力计或弹簧秤实测。当切向力 F 可以拉动倍速链运转时, 此切向力 F 与力臂长度 L 的乘积即为倍速链自身空转所需转矩 $M3$ 。

经验估计法:

条件限制无法实测时, $M3$ 值可取经验值, 经验值须依据以下情况适当取值:

- 1) 倍速链输送线长宽尺寸
- 2) 倍速链的张紧力大小
- 3) 轴承松紧程度
- 4) 牵引链轮分度圆直径

如图1所示倍速链输送带, 长8m, 宽0.5m,

牵引链轮分度圆直径 $D=\phi 110\text{ mm}$

结合实际情况取经验估值 $M3 = 15\text{ N} \cdot \text{m}$

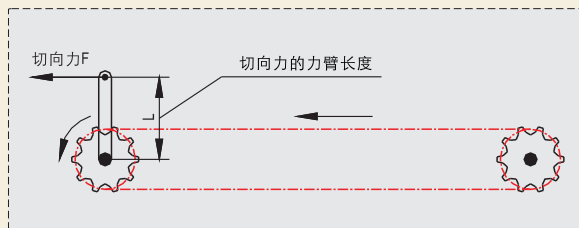


图 2



4、总负载转矩 M

$$M = (M_2 + M_3) \times 1.5$$

安全系数, 推荐值为 1.5~2

$$= (48.51 + 15) \times 1.5 = 95.3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5、减速电机转速 n

$$n = V \div 3 \div \pi \div D$$

牵引链轮分度圆周长
三倍速

$$= 15 \div 3 \div \pi \div 0.11 = 14.48 \text{ r/min}$$

总负载转矩 M 的计算, 为输送物无跑偏情况下的计算, 若托盘在输送时, 由于跑偏靠在倍速链侧边铝合金条滑动, 产生不正常的滑动阻力, 则总负载转矩还需加上跑偏摩擦转矩 M4

$$\text{即 } M = (M_2 + M_3 + M_4) \times 1.5$$

其中 $M_4 = m \times 9.8 \times K \times \mu_1 \times R$

m 为产生跑偏的输送物总重量 (单位: kg)

K 为侧向负载系数, 参考值为 0.2~0.3

μ_1 为托盘与侧边条滑动摩擦系数, 参考值为 0.2~0.3

R 为牵引链轮分度圆半径 (单位: m)

以上机械结构为直角中空电机直接驱动牵引链轮的情况

若采用卧式电机驱动

牵引端驱动链轮齿数 Z1 与电机输出端链轮齿数 Z2 不相等时, 则还需加入齿数比

例如牵引端驱动链轮 Z1=19 齿, 电机输出端链轮齿数 Z2=15 齿

$$\text{则 } n = V \div 3 \div \pi \div D \times 19 \div 15$$

6、减速电机功率 P

$$P = M \times n \div \eta \div 9.55 = 95.3 \times 14.48 \div 0.8 \div 9.55 = 180 \text{ W}$$

功率与转矩、转速的换算常数
 η 为传动效率, 取 $\eta = 0.8$

注意: 若采用单相电机, 因单相电机起动转矩仅为额定转矩的 0.7 倍, 故减速电机功率应加大 $1 \div 0.7 = 1.43$ 倍。

7、以 $P > 180 \text{ W}$ 、 $M > 95.3 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $n = 14.48 \text{ r/min}$

查产品目录 P41 页选电机

200W 标准电机 ———— 功率 $P > 180 \text{ W}$

额定转速 17 r/min ———— 转速可调速至 14.48 r/min

额定转矩 60 N·m ———— 转矩 $M < 95.3 \text{ N} \cdot \text{m}$

配直角中空减速箱速比 1 : 75

判定: 无法满足要求

再查产品目录 P233 页选电机

250W 变频减速电机 ———— 功率 $P > 180 \text{ W}$

额定转速 18.7 r/min ———— 转速可调速至 14.48 r/min

额定转矩 128 N·m ———— 转矩 $M > 95.3 \text{ N} \cdot \text{m}$

直角中空减速电机 速比 1 : 75



F250Y22L75RC

8、配变频器

功率 200W 及以上的应用

建议采用三相电机配变频器使用

若考虑成本, 则优选三相 220V 电机

接单相 220V 电源配变频器使用

若考虑三相平衡, 则优选三相 380V 电机

接三相 380V 电源配变频器使用

查阅产品目录 P268 页选变频器配套数显面板

型号: A025 变频器

输入电源: 单相 220 V

输出电压: 三相 220 V

配三相 220 V 变频减速电机使用

DF50 数显面板



A025 变频器



DF 50 数显面板



3、滚筒输送带负载计算和选型设计

● 条件

- 1、托盘与重物合计总输送物最大重量 $m=100\text{ kg}$
- 2、牵引滚筒直径 $D=\phi 76\text{ mm}$ (半径 $R=38\text{ mm}$)
- 3、速度 $V=15\text{ m/min}$
- 4、支撑方式: 托盘与滚筒的滚动摩擦系数 $\mu=0.1$
- 5、工作模式: 频繁起停

● 步骤

- 1、计算牵引滚筒总负载转矩。
- 2、计算牵引电机的转速。
- 3、通过转矩与转速计算出所需电机功率。
- 4、以电机功率、转矩、转速, 查阅产品目录选合适的减速电机。
- 5、查阅产品目录选配套的调速器或变频器。

● 计算

- 1、托盘产生的滚动摩擦转矩 M_1

$$M_1 = m \times \underbrace{9.8}_{\text{kg 与 N 换算系数}} \times \mu \times R$$

$$= 100 \times 9.8 \times 0.1 \times 0.038 = 3.72\text{ N} \cdot \text{m}$$

- 2、测量无输送物时, 滚筒线自身空转所需转矩 M_2

$$M_2 = F \times L$$

F 牵引滚筒一端施加的力臂长度
 L 无输送物时, 转动牵引滚筒需要拉力

实测法:

方法如图所示: 在牵引滚筒上安装一个力臂, 力臂长度为 L , 在力臂垂直的方向施加切向力 F , 用拉力计或弹簧秤实测, 当切向力 F 可以拉动输送带运转时, 此拉力 F 与力臂长度 L 的乘积, 即为滚筒线自身空转所需转矩 M_2 。

经验估计法:

条件限制无法实测时, M_2 值可取经验值, 经验值须依据以下情况适当取值:

- 1) 滚筒线长宽尺寸
- 2) 各滚筒之间链条的张紧力大小
- 3) 滚筒轴承松紧
- 4) 牵引滚筒直径

如图 1 所示滚筒线结构, 长 2.5 m , 宽 0.8 m , 牵引滚筒直径 $D=\phi 76\text{ mm}$ 结合实际情况取经验估值 $M_2=5\text{ N} \cdot \text{m}$

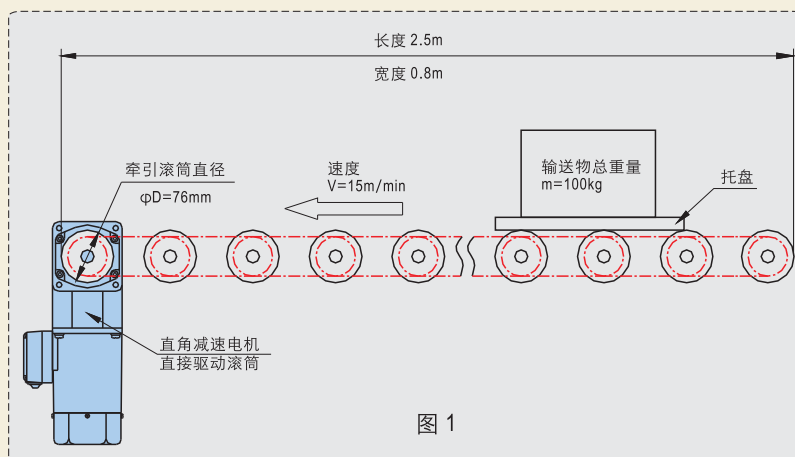


图 1

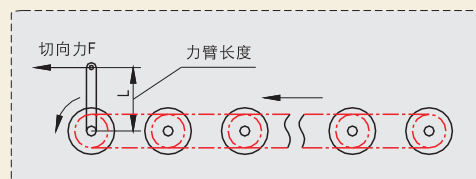
常用输送带摩擦系数 μ 参考值:

皮带-钢板: $\mu=0.2\sim 0.3$

钢链-钢轨: $\mu=0.15\sim 0.2$

皮带-托辊: $\mu=0.1\sim 0.15$

尼龙-滚筒: $\mu=0.1\sim 0.15$



- 3、工作模式: 频繁起停, 需计算启动时重物的加速度转矩 M_3 和滚筒的加速度转矩 M_4

设: 启动时, 从 $V_0=0$ 加速至 $V_1=15\text{ m/min}$ 需 0.5 s 时间

则 重物加速度 $a = (V_1 - V_0) \div t$

$$= (15 \div 60 - 0) \div 0.5 = 0.5\text{ m/s}^2$$

重物加速度牵引力 $F_a = m \times a$

$$= 100 \times 0.5 = 50\text{ N}$$

重物加速度转矩 $M_3 = F_a \times R$

$$= 50 \times 0.038 = 1.9\text{ N} \cdot \text{m}$$

设: 整条输送带的滚筒数量为 20 支, 每支滚筒重量为 5 kg

则 每支滚筒的转动惯量 $J = m \times R^2 / 2$

$$= 5 \times 0.038^2 / 2 = 0.0036\text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

滚筒的角加速度 $\alpha = a \div R$

$$= 0.5 \div 0.038 = 13.16\text{ rad/s}^2$$

所有滚筒的加速度转矩 $M_4 = J \times \alpha \times 20$

$$= 0.0036 \times 13.16 \times 20 = 0.95\text{ N} \cdot \text{m}$$



4、总负载转矩 M

$$M = (M_1 + M_2 + M_3 + M_4) \times 1.5$$

安全系数, 推荐值为 1.5~2

$$= (3.72 + 5 + 1.9 + 0.95) \times 1.5 = 17.35 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5、减速电机转速 n

$$n = V \div \frac{\pi \times D}{1000}$$

牵引滚筒周长

$$= 15 \div \pi \div 0.076 = 62.8 \text{ r/min}$$

6、减速电机功率 P

$$P = M \times n \div \eta \div 9.55 = 17.35 \times 62.8 \div 0.7 \div 9.55 = 163 \text{ W}$$

功率与转矩、转速的换算常数

η 为传动效率, 取 $\eta = 0.7$

注意: 若采用单相电机, 因单相电机起动转矩仅为额定转矩的 0.7 倍, 故减速电机功率应加大 $1 \div 0.7 = 1.43$ 倍。

7、以 $P > 163 \text{ W}$ 、 $M > 17.35 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $n = 62.8 \text{ r/min}$

查产品目录 P41 页选电机

200 W 标准电机 ———— 功率 $P > 163 \text{ W}$

额定转速 65 r/min ———— 转速可调速至 62.8 r/min

额定转矩 19 N·m ———— 转矩 $M > 17.35 \text{ N} \cdot \text{m}$

配直角中空减速箱速比 1:20



100YS200GY22+100GF20RC

8、配变频器

功率 200 W 及以上的应用, 建议采用三相电机配变频器使用。若考虑成本, 则优选三相 220 V 电机接单相 220 V 电源配变频器使用, 若考虑三相平衡, 则优选三相 380 V 电机接三相 380 V 电源配变频器使用

查阅产品目录 P268 页选变频器配套数显面板

型号: A025 变频器

输入电源: 单相 220 V

输出电压: 三相 220 V

配三相 220 V 变频减速电机使用

DF50 数显面板



A025 变频器



DF50 数显面板

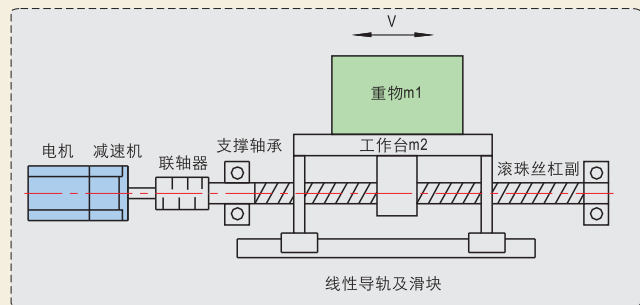


4、水平运动滚珠丝杠负载计算及选型设计

● 条件

- 1、重物 $m_1=120\text{ kg}$
- 2、工作台质量（可移动部分） $m_2=15\text{ kg}$
- 3、行程 $L=200\text{ mm}$
- 4、单程运行时间要求 $T\leq 6\text{ s}$
- 5、滚珠丝杠公称直径 $D=25\text{ mm}$
- 6、滚珠丝杠导程 $Ph=25\text{ mm}$
- 7、滚珠丝杠总长度 $L_b=450\text{ mm}$
- 8、滚珠丝杠机械效率 $\eta=0.9$ （滑动丝杠 $\eta=0.3\sim 0.6$ ）
- 9、线性导轨与滑块摩擦系数 $\mu=0.1$ （按极端情况取经验值）

● 机构模型示意图



● 电机及减速机选型计算：

1、速度计算

设：

加减速加速度 $a=0.05\text{ m/s}^2$,

加减速时间 t_1 及 t_2 均为 1 s ,

匀速运行速度 $V=50\text{ mm/s}$

则丝杠最高转速 $n=V\div Ph$

$$=50\div 25=2\text{ rps}=120\text{ rpm};$$

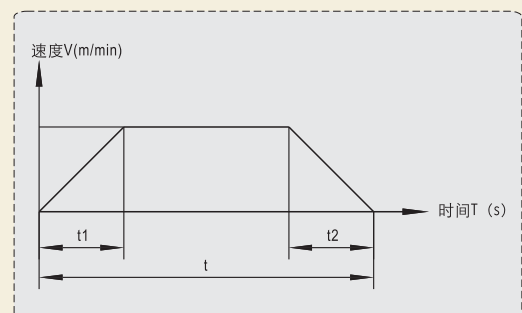
加减速总运行距离 $L=2\times 1/2\times a\times t_1^2$

$$=2\times 1/2\times 0.05\times 1^2=0.05\text{ m}=50\text{ mm};$$

匀速运行距离为 $200-50=150\text{ mm}$, 时间为 $150\div 50=3\text{ s}$;

则单程实际运行时间为 $3+2\times 1=5\text{ s}<6\text{ s}$,

满足运行时间要求。



2、滑块摩擦力 F_1 、滑块自有阻力 F_2

$$F_1=\mu\times (m_1+m_2)\times g=0.1\times (120+15)\times 9.8=132.3\text{ N}$$

线性导轨和滑块预紧及密封阻力 F_2

设：单个滑块阻力 $f=2\text{ N}$, 滑块数量：4个

$$F_2=4\times 2=8\text{ N}$$

3、由滑块摩擦力产生的摩擦转矩 M_1

$$M_1=\frac{FPh}{2\pi\eta}=\frac{(F_1+F_2)Ph}{2\pi\eta}=\frac{(132.3+8)\times 0.025}{2\times 3.14\times 0.9}=0.621\text{ N}\cdot\text{m}$$

4、由滚珠丝杠副预紧力及支撑轴承产生的摩擦转矩 M_2

$$M_2=1\text{ N}\cdot\text{m}\quad (\text{预估, 若条件允许可实测})$$



5、总惯量 J

丝杠惯量 J1

$$J1 = \frac{\pi \rho}{32} \times D^4 \times Lb = \frac{3.14 \times 7900}{32} \times (25 \times 10^{-3})^4 \times 450 \times 10^{-3} = 1.36 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

水平运动部分惯量 J2

$$J2 = (m1+m2) \times \left(\frac{Ph}{2\pi} \right)^2 = (120 + 15) \times \left(\frac{25 \times 10^{-3}}{2\pi} \right)^2 = 21.4 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

联轴器惯量 J3

$$J3 = 0.04 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \text{ (预估)}$$

总惯量 J

$$J = J1+J2+J3 = (1.36+21.4+0.04) \times 10^{-4} = 22.8 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

6、加速时由惯量产生的负载转矩 M3

$$\text{角加速度 } \alpha = \frac{2\pi \times 120}{60 \times 1} = 12.56 \text{ rad/s}^2$$

$$M3 = J \times \alpha = 22.8 \times 10^{-4} \times 12.56 = 0.029 \text{ N} \cdot \text{m}$$

7、总负载转矩 M

$$M = (M1+M2+M3) \times S = (0.621+1+0.029) \times 1.75 = 2.88 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(S为安全系数, 一般1.5~2, 取1.75)

8、以 M=2.88 N·m, n=120 rpm 查阅产品目录 P32页,

选三相 220 V 标准电机 60 W, 减速比1:10

额定转矩 3.3 N·m > 2.88 N·m,

转速 n=130 rpm > 120 rpm,

配变频器, 查阅产品目录 P268, 型号 A025

为便于控制加减速, 提高定位精度, 采用变频器控制,

参阅产品目录 P310 页。



90YS60GY22+90GF10H



A025变频器

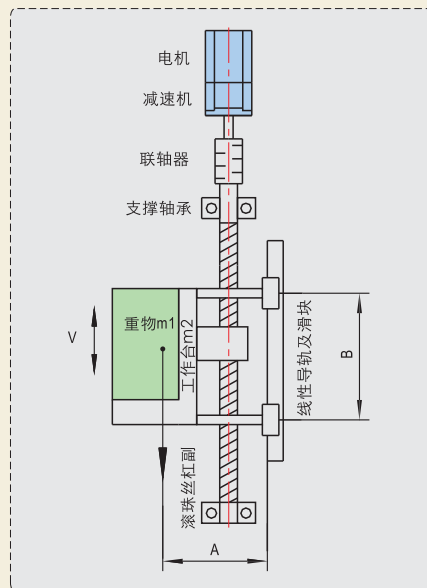


5、垂直运动滚珠丝杠负载计算和选型设计

● 条件

- 1)、重物 $m_1=300\text{ kg}$
- 2)、工作台质量（可移动部分） $m_2=30\text{ kg}$
- 3)、行程 $L=850\text{ mm}$
- 4)、单程运行时间要求 $T \leq 45\text{ s}$
- 5)、滚珠丝杠公称直径 $D=32\text{ mm}$
- 6)、滚珠丝杠导程 $Ph=25\text{ mm}$
- 7)、滚珠丝杠总长度 $L_b=1000\text{ mm}$
- 8)、滚珠丝杠机械效率 $\eta=0.9$ （滑动丝杠 $\eta=0.3\sim 0.6$ ）
- 9)、线性导轨与滑块摩擦系数 $\mu=0.1$ （按极端情况取经验值）

● 机构模型示意图



● 电机及减速机选型计算:

1、速度计算

设:

加减速加速度 $a=0.025\text{ m/s}^2$,

加减速时间 t_1 及 t_2 均为 1 s ,

匀速运行速度 $V=25\text{ mm/s}$

则丝杠最高转速 $n=V \div Ph$

$$=25 \div 25=1\text{ rps}=60\text{ rpm};$$

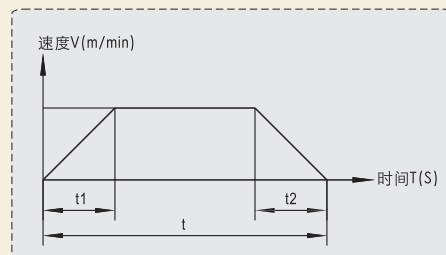
加减速总运行距离 $L=2 \times 1/2 \times a \times t_1^2$

$$=0.025 \times 1^2=0.025\text{ m}=25\text{ mm};$$

匀速运行距离为 $850-25=825\text{ mm}$, 时间为 $825 \div 25=33\text{ s}$;

则单程实际运行时间为 $33+2 \times 1=35\text{ s} < 45\text{ s}$,

满足运行时间要求。



2、负载为偏载型，滑块摩擦力 F_1 、滑块自有阻力 F_2

$$F_1 = \mu \times (m_1 + m_2) \times g \times A \div B = 0.1 \times (300 + 30) \times 9.8 = 323.4\text{ N} \quad (\text{设 } A=B)$$

线性导轨和滑块密封阻力 F_2

设: 单个滑块阻力 $f=5\text{ N}$, 滑块数量: 4个

$$F_2 = 4 \times 5 = 20\text{ N}$$

3、丝杠克服负载和摩擦力所需转矩 M_1

$$M_1 = \frac{FPh}{2\pi\eta} = \frac{(F_1 + F_2 + m_1g + m_2g)Ph}{2\pi\eta} = \frac{(323.4 + 20 + 300 \times 9.8 + 30 \times 9.8) \times 0.025}{2 \times 3.14 \times 0.9} = 15.8\text{ N} \cdot \text{m}$$

4、由滚珠丝杠副预紧力及支撑轴承产生的摩擦转矩 M_2

$$M_2 = 1\text{ N} \cdot \text{m} \quad (\text{预估, 若条件允许可实测})$$



5、总惯量 J

丝杠惯量 J1

$$J1 = \frac{\pi \rho}{32} \times D^4 \times Lb = \frac{3.14 \times 7900}{32} \times (32 \times 10^{-3})^4 \times 1000 \times 10^{-3} = 8.13 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

垂直运动部分惯量 J2

$$J2 = (m1+m2) \times \left(\frac{Ph}{2\pi}\right)^2 = (300 + 30) \times \left(\frac{25 \times 10^{-3}}{2\pi}\right)^2 = 5.23 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

联轴器惯量 J3

$$J3 = 0.04 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \text{ (预估)}$$

总惯量 J

$$J = J1+J2+J3 = (8.13+52.3+0.04) \times 10^{-4} = 60.47 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

6、加速时由惯量产生的负载转矩 M3

$$\text{角加速度 } \alpha = \frac{2\pi \times 60}{60 \times 1} = 6.28 \text{ rad/s}^2$$

$$M3 = J \alpha = 60.47 \times 10^{-4} \times 6.28 = 0.038 \text{ N} \cdot \text{m}$$

7、总负载转矩 M

$$M = (M1+M2+M3) \times S = (15.8+1+0.038) \times 2 = 33.7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(S为安全系数，一般1.5~2，考虑垂直负载取2)

8、以 M=33.7 N·m，n=60 rpm 查阅产品目录 P247，

为防止重物自行下坠，必须采用电磁制动电机。

选三相 220 V 250 W 电磁制动减速电机，减速比1：20

输出转矩 34.2 N·m > 33.6 N·m，

转速 n=70 rpm > 60 rpm，

配变频器，查阅产品目录 P268 页，型号 A025

垂直升降运动必须采用变频器控制，并严格按照变频器控

制电磁制动电机接线图接线，参考产品目录 P269 页和 P310 页。



B250Y22L20RT



A025变频器

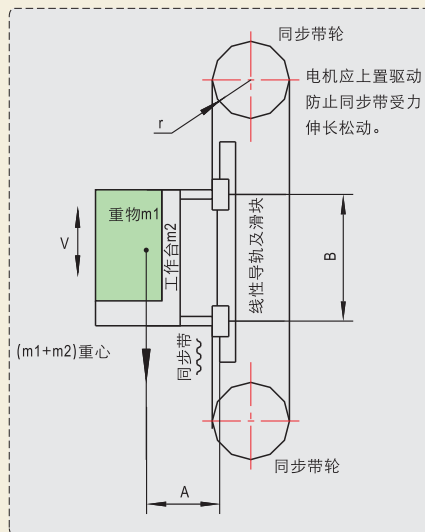


6、同步带垂直提升负载计算及选型设计

● 条件

- 1、重物 $m_1=5\text{ kg}$
- 2、工作台质量（可移动部分） $m_2=2\text{ kg}$
- 3、行程 $L=800\text{ mm}$
- 4、单程运行时间要求 $T \leq 10\text{ s}$
- 5、同步带轮半径 $r=40\text{ mm}$
- 6、线性导轨与滑块摩擦系数 $\mu=0.1$ （按极端情况取经验值）

● 机构模型示意图



● 电机及减速机选型计算:

1、速度计算

设:

加减速加速度 $a=0.2\text{ m/s}^2$,

加减速时间 t_1 及 t_2 均为 0.5 s ,

匀速运行速度 $V=100\text{ mm/s}$

则同步带轮最高转速 $n=V \div (\pi \times 2r)$

$$=100 \div (3.14 \times 2 \times 40)=0.4\text{ rps}=24\text{ rpm};$$

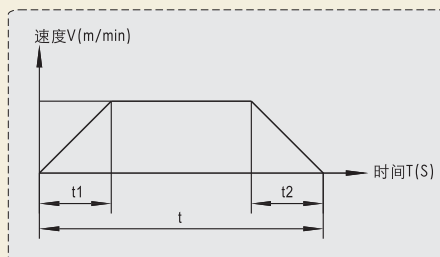
加减速总运行距离 $L=2 \times 1/2 \times a \times t_1^2$

$$=2 \times 1/2 \times 0.2 \times 0.5^2=0.05\text{ m}=50\text{ mm};$$

匀速运行距离为 $800-50=750\text{ mm}$, 时间为 $750 \div 100=7.5\text{ s}$;

则单程实际运行时间为 $7.5+2 \times 0.5=8.5\text{ s} < 10\text{ s}$,

满足运行时间要求。



2、重物 G 在 r 半径上产生的负载转矩 M1

$$M_1=G \times r$$

$$=(m_1+m_2) \times g \times r$$

$$=(5+2) \times 9.8 \times 40 \times 10^{-3}=2.74\text{ N} \cdot \text{m}$$

3、重物为偏载型，重物 G 由于偏距 A 在导轨上产生的摩擦力转矩 M2

(设 $A=B$)

$$M_2=\mu (m_1+m_2) \times g \times r \times A \div B$$

$$=0.1 \times (5+2) \times 9.8 \times 40 \times 10^{-3}=0.274\text{ N} \cdot \text{m}$$

4、线性导轨和滑块预紧及密封阻力 F1

设：单个滑块阻力 $f=2\text{ N}$, 滑块数量：4个

$$F_1=4 \times 2=8\text{ N}$$

5、由线性导轨和滑块预紧及密封阻力产生的摩擦转矩 M3

$$M_3=F_1 \times r$$

$$=8 \times 40 \times 10^{-3}=0.32\text{ N} \cdot \text{m}$$



6、重物加速产生的加速转矩 M4

$$\begin{aligned} M4 &= (m1+m2) \times a \\ &= (5+2) \times 0.2 = 1.4 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

7、同步带轮驱动自有的摩擦转矩 M5

$$M5 = 0.5 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (\text{预估, 若条件允许可实测})$$

8、总负载转矩 M

$$\begin{aligned} M &= (M1+M2+M3+M4+M5) \times S \\ &= (2.74+0.274+0.32+1.4+0.5) \times 2 = 10.47 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

(S为安全系数, 一般 1.5~2, 考虑垂直负载取 2)

9、以 $M=10.47 \text{ N} \cdot \text{m}$, $n=24 \text{ rpm}$ 查阅产品目录 P107,

为防止重物自行下坠, 必须采用电磁制动电机。

选三相 220 V、40 W 电磁制动电机, 减速比 1:50

输出转矩 $10.5 \text{ N} \cdot \text{m} > 10.47 \text{ N} \cdot \text{m}$,

转速 $n=26 \text{ rpm} > 24 \text{ rpm}$,

配变频器, 查阅产品目录 P268页, 型号 A025

垂直升降运动必须采用变频器控制, 并严格按照变频器控

制电磁制动电机接线图接线, 参考产品目录 P269 页和 P310 页。



90YB40GY22+90GK(F)50RC



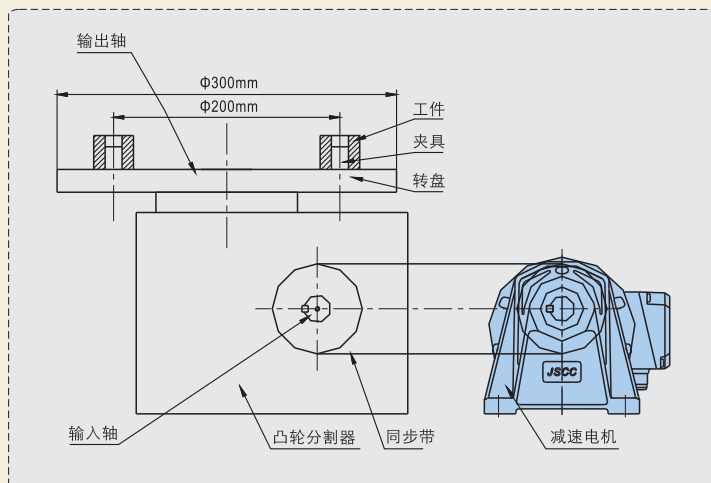
A025变频器



7、凸轮分割器负载计算和选型设计

● 条件

- 1、分割数: $N=6$
- 2、驱动角: $\theta=120^\circ$
- 3、凸轮曲线: 变形正弦曲线
无次元最大速度 $V_m=1.76$
无次元最大加速度 $A_m=5.53$
凸轮轴最大转矩系数 $Q_m=0.99$
- 4、输入轴回转速度: $n=80 \text{ r/min}$
- 5、转盘: 直径 $D_1=\Phi 300 \text{ mm}$
重量 $m_1=11 \text{ kg}$
- 6、夹具: 总重量 $m_2=3 \text{ kg} \times 6=18 \text{ kg}$
分布圆直径 $D_2=\Phi 200 \text{ mm}$
- 7、工件: 总重量 $m_3=0.25 \text{ kg} \times 6=1.5 \text{ kg}$
分布圆直径 $D_3=\Phi 200 \text{ mm}$
- 8、分割器输出轴内部轴承半径 $R_4=50 \text{ mm}$, 摩擦系数 $\mu=0.1$



● 步骤

- 1、计算输出轴加速负载转矩
 - 1) 计算输出轴负载总惯量
 - 2) 计算输出轴加速度
 - 3) 通过总惯量与加速度, 计算输出轴加速负载转矩。
- 2、计算输出轴摩擦转矩
- 3、通过输出轴加速负载转矩与摩擦转矩, 计算输出轴总负载转矩。
- 4、测量输入轴摩擦转矩。
- 5、计算输入轴总负载转矩。
- 6、通过输入轴总负载转矩、转速及传动效率, 计算出所需电机功率。
- 7、以电机功率、转速, 查阅产品目录选择合适的减速电机
- 8、查阅产品目录选择配套的调速器或变频器

● 计算:

1、输出轴加速负载转矩 M_1

1) 总惯量 J_4 :

$$\text{转盘惯量 } J_1 = \frac{m_1 D_1^2}{8} = \frac{11 \times 0.3^2}{8} = 0.124 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{夹具惯量 } J_2 = \frac{m_2 D_2^2}{4} = \frac{18 \times 0.2^2}{4} = 0.18 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{工件惯量 } J_3 = \frac{m_3 D_3^2}{4} = \frac{1.5 \times 0.2^2}{4} = 0.015 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{总惯量 } J_4 = J_1 + J_2 + J_3 = 0.124 + 0.18 + 0.015 = 0.319 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

2) 输出轴最大角加速度 α :

$$\text{输出轴最大角加速度: } \alpha = A_m \times \frac{2\pi}{N} \times \left(\frac{360}{\theta} \times \frac{n}{60} \right)^2 = 5.53 \times \frac{2\pi}{6} \times \left(\frac{360}{120} \times \frac{80}{60} \right)^2 = 92.66 \text{ rad/s}^2$$

3) 输出轴加速负载转矩 M_1

$$\text{输出轴加速负载转矩: } M_1 = J_4 \times \alpha = 0.319 \times 92.66 = 29.56 \text{ N} \cdot \text{m}$$



2、输出轴摩擦转矩 M2

$$\begin{aligned} \text{输出轴摩擦转矩: } M_2 &= \mu \times (m_1 + m_2 + m_3) \times g \times R_4 \\ &= 0.1 \times (11 + 18 + 1.5) \times 9.8 \times 0.05 = 1.495 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

3、输出轴总负载转矩 M3

$$M_3 = (M_1 + M_2) \times f_c = (29.56 + 1.495) \times 1.5 = 46.583 \text{ N} \cdot \text{m}$$

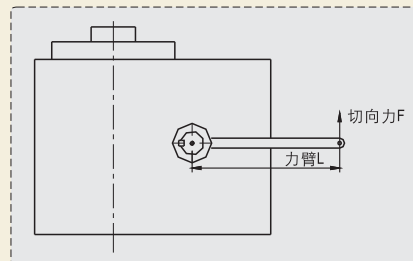
f_c 安全系数: 1.5~2

4、测量输入轴摩擦转矩 M4

测量方法如图示:

在转盘、夹具等未安装时, 在凸轮分割器的输入轴安装一个力臂, 力臂长度为 L , 在与力臂垂直的方向施加切向力 F , 用拉力计或弹簧秤实测。当切向力 F 可以拉动凸轮分割器转动时, 此切向力 F 与力臂长度 L 的乘积即为输入轴摩擦转矩。

此处假设测量结果 $M_4 = 2 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。



5、输入轴总负载转矩 M5

$$M_5 = \frac{360}{\theta \times N} \times Q_m \times M_3 + M_4 = \frac{360}{120 \times 6} \times 0.99 \times 46.583 + 2 = 25.059 \text{ N} \cdot \text{m}$$

6、电机功率 P:

$$P = \frac{M_5 \times n}{9550 \times \eta} = \frac{25.059 \times 80}{9550 \times 0.8} = 0.262 \text{ kW}$$

(取传动效率 $\eta = 80\%$)

注意: 若采用单相电机, 因单相电机起动转矩仅为额定转矩的 0.7 倍, 故减速电机功率应加大 $1 \div 0.7 = 1.43$ 倍。

7、减速电机选型

以 $P > 0.262 \text{ kW}$ 、 $n = 80 \text{ r/min}$

查阅产品目录 P237 选电机

370W 变频减速电机-----功率 $P > 0.262 \text{ kW}$

速比 1:15

转速 93.3 r/min ----- 转速可通过变频调速至 80 r/min

卧式/立式变频减速电机

建议采用三相 220V 电压的变频减速电机, 配套变频器使用

若考虑成本, 则优选三相 220V 电机, 输入电源 单相 220V 配变频器使用

若考虑三相平衡, 则优选三相 380V 电机, 输入电源三相 380V 配变频器使用



F370Y22L15H

8、变频器选型

查产品目录 P268 选变频器

A040 变频器

输入电源: 单相 220V

输出电压: 三相 220V,

配三相 220V 变频减速电机使用



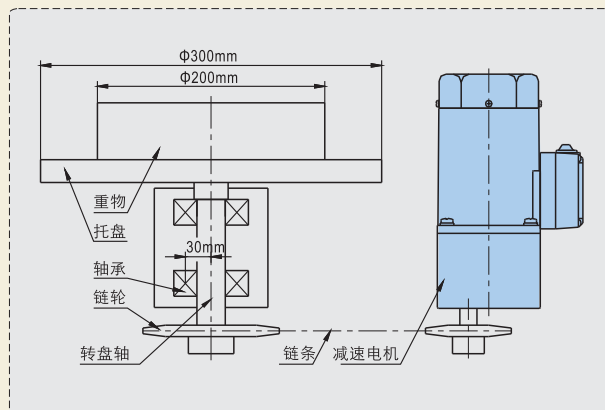
A040 变频器



8、转盘机构的负载计算和选型设计

条件

- 1、转盘：重量 $m_1=30\text{ kg}$
直径 $D_1=\Phi 300\text{ mm}$
- 2、重物：重量 $m_2=40\text{ kg}$
直径 $D_2=\Phi 200\text{ mm}$
- 3、转盘转速： $n_2 \leq 20\text{ r/min}$ （速度可调）
- 4、加速时间： $t_1 \leq 0.2\text{ s}$
- 5、轴承：滚道半径 $r=30\text{ mm}$
摩擦系数 $\mu=0.1$
- 6、链传动减速比： $i_3=2$



步骤

- 1、通过转盘转速，计算出减速电机减速比
- 2、计算摩擦负载转矩
- 3、计算加速负载转矩
 - 1) 计算负载转动惯量
 - 2) 计算负载角加速度
 - 3) 通过转动惯量与角加速度，计算加速负载转矩
- 4、通过摩擦负载转矩、加速负载转矩，计算转盘轴总负载转矩
- 5、通过转盘轴总负载转矩、链传动减速比、安全系数、传动效率，
计算电机减速机输出端负载转矩
- 6、通过电机减速机输出端负载转矩、减速电机减速比，计算电机总负载转矩
- 7、通过电机总负载转矩、电机转速，计算电机功率
- 8、以电机功率、总负载转矩、减速比，查阅产品目录，选择合适的减速电机
- 9、查阅产品目录选择配套的变频器

计算：

- 1、减速电机的减速比 i_2

$$\text{减速比 } i_1 = \frac{n_1}{n_2 \times i_3} = \frac{1300}{20 \times 2} = 32.5 \quad (\text{电机的额定转速 } n_1 = 1300\text{ r/min})$$

查目录减速比系列，取 $i_2 = 36$

- 2、摩擦负载转矩 M_1

$$\begin{aligned} \text{摩擦负载转矩: } M_1 &= \mu \times (m_1 + m_2) \times g \times r \\ &= 0.1 \times (30 + 40) \times 9.8 \times 0.03 = 2.06\text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- 3、加速负载转矩 M_2

- 1) 负载转动惯量 J_3 ：

$$\text{转盘转动惯量 } J_1 = \frac{m_1 D_1^2}{8} = \frac{30 \times 0.3^2}{8} = 0.34\text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{重物转动惯量 } J_2 = \frac{m_2 D_2^2}{8} = \frac{40 \times 0.2^2}{8} = 0.2\text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{负载转动惯量 } J_3 = J_1 + J_2 = 0.34 + 0.2 = 0.54\text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

2) 负载角加速度 α :

$$\text{负载角加速度: } \alpha = \frac{2\pi \times n_2}{60t_1} = \frac{2\pi \times 20}{60 \times 0.2} = 10.47 \text{ rad/s}^2$$

3) 加速负载转矩 M_2

$$\text{加速负载转矩: } M_2 = J_3 \times \alpha = 0.54 \times 10.47 = 5.65 \text{ N} \cdot \text{m}$$

4、转盘轴总负载转矩 M_3

$$M_3 = M_1 + M_2 = 2.06 + 5.65 = 7.71 \text{ N} \cdot \text{m}$$

5、电机减速机输出端负载转矩 M_4

$$M_4 = \frac{M_3 \times f_c}{i_3 \times \eta} = \frac{7.71 \times 1.5}{2 \times 0.8} = 7.23 \text{ N} \cdot \text{m}$$

f_c 安全系数: 1.5~2; 取传动效率 $\eta = 0.8$

6、电机总负载转矩 M_5

$$M_5 = M_4 \div i_2 = 7.23 \div 36 = 0.2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

7、电机功率 P :

$$P = \frac{M_5 \times n_1}{9.55} = \frac{0.2 \times 1300}{9.55} = 27.23 \text{ W}$$

注意: 若采用单相电机, 因单相电机起动转矩仅为额定转矩的 0.7 倍, 故减速电机功率应加大 $1 \div 0.7 = 1.43$ 倍。

建议采用三相 220V 标准电机, 配套变频器使用

8、减速电机选型

以 $P \geq 27.23 \text{ W}$, $i_2 = 36$, $M_4 \geq 7.23 \text{ N} \cdot \text{m}$

查阅产品目录 P29 页选电机

40 W 标准电机-----功率 $P > 27.23 \text{ W}$

速比 1:36

额定转矩 $7.52 \text{ N} \cdot \text{m}$ -----转矩 $M > 7.23 \text{ N} \cdot \text{m}$

建议采用三相 220V 标准电机, 配套变频器使用



90YS40GY22+90GK36H

9、变频器选型

查产品目录 P268 选变频器

A025 变频器

输入电源: 单相 220V

输出电压: 三相 220V,

配三相 220V 标准电机使用



A025变频器



安全规格

● CCC制度 (中国)



中国自2002年5月1日起,便开始针对保护人民健康、安全、动植物生命、健康、环境保护及公共安全相关产品,实施强制性产品认证制度(CCC制度),经过一段时间后,于2003年8月1日起正式强制执行。由中国国家认证认可监督管理委员会(CNCA),负责管理CCC制度的实务。CCC制度的首次产品目录,则以19分类132品种为实施标的。关于标的产品所赋予的义务则是,向取得CNCA认定之指定认证机关(中国质量认证中心、EMC认证中心等)申请、取得认证、购买CCC认证标章(或受理印刷许可)后,则粘贴于已认证产品的主体外侧。自2003年8月1日起,未取得CCC制度认证书及认证标志的产品,禁止在中国大陆境内进行进出口销售。

● UL规格 (美国)



UL, 全称Underwriters Laboratories Inc., 是由美国火灾保险事业协会于1894年创立的非营利性检查机构。该机构成立的目的是对机械、器材、材料的安全性进行监督管理,以防止火灾等事故对消费者生命安全及财产造成危害。因此,UL机构在对机械、器材、材料进行测试、研究的基础上制定了各项有关规格(UL规格)。虽然其规格范围仅限于电子、电动应用机器、电子零部件等一般用途的电子产品,但值得重视的是,若产品不符合UL规格、无法通过UL指定的安全检查或未经UL登记注册,则该产品于美国境内绝大多数地区将无法获得销售许可。州法已明确规定的地区自然绝对禁止销售,但即使是在州法未明确规定的地区,火灾保险公司亦有对因使用未经UL认证产品而引起的火灾概不负责的规定。所以美国的消费者自然倾向于选购UL认证产品。总之,产品若要销往美国,一般都需要UL认证。此外,UL作为认证、检验机构,亦获得了加拿大规格审议会(SCC)的认可及加拿大各州的公认。因此,产品申请UL规格时,亦可按加拿大的安全规格来接受有关测试,若制品符合规格要求,亦可获得C-UL安全标志的表示资格,即在加拿大使用、销售的认可。

● CE 标志 (欧盟)



若要在EU(欧盟)境内获得机器流通许可,制造商则必须标示证明该机器符合EU有关规格(安全证明)的CE标志。一般来说,制造商可依据EN规格(或IEC等适用规格)来确认机器是否符合各项指令的有关要求。

制造商可撰写证明机器符合有关指令规定的自我宣言书并实行CE标志(但依据机器的危险程度,有时亦会出现必须在获得公证机构的机型测试证明之后方可进行自我宣言的情况)。

实行自我宣言的制品,在其铭牌或包装箱的商标上均印有如图标志。

◆ 主要指令的适用范围与颁布时期, 介绍如下:

◎ 机械指令(2006/42/EC)

适用于机器、可互换的设备、安全零组件、升降配件、链条、绳索及带子、可拆卸之机械传动装置、部分完成之机器。替代之前的机械指令98/37/EC。

◎ EMC指令(2014/30/EU)

适用于市场上销售的最终电子电气产品。替代之前的EMC指令2004/108/EC。

◎ 低电压指令(2014/35/EU)

适用于使用交流50~1000V、直流75~1500V的机器。



世界电源规格

以下数据仅供参考，使用前请再次核对当地电源规格参数。

国 名 / 地 区		频 率	电 压 (单相)	电 压 (三相)
亚 洲	中 国	50Hz	220V	220V / 380V
	香 港	50Hz	200V / 220V	346V / 380V
	台 湾	60Hz	110V / 220V	220V / 380V
	日 本	50Hz / 60Hz	100V / 200V	200V / 400V
	韩 国	60Hz	110V / 220V	220V / 380V
	新加坡	50Hz	230V	400V
	马来西亚	50Hz	240V	415V
	印度尼西亚	50Hz	220V	380V
	印 度	50Hz	240V	240V / 415V
	泰 国	50Hz	220V	220V / 380V
	孟加拉	50Hz	230V	400V
	菲律宾	60Hz	220V	380V
北 美	美 国	60Hz	115V / 230V	230V
	加拿大	60Hz	120V / 347V	208V / 240V / 600V
欧 洲	英 国	50Hz	230V	400V
	法 国	50Hz	230V	400V
	德 国	50Hz	230V	400V
	荷 兰	50Hz	230V	400V
	芬 兰	50Hz	230V	400V
	丹 麦	50Hz	230V	400V
	希 腊	50Hz	230V	400V
	瑞 士	50Hz	230V	400V
	意大利	50Hz	230V	400V
	奥地利	50Hz	230V	400V
	比利时	50Hz	230V	400V
	卢森堡	50Hz	230V	400V
	葡萄牙	50Hz	230V	400V / 480V
	瑞 典	50Hz	230V / 400V	400V / 690V
	挪 威	50Hz	220V / 230V	380V
	西班牙	50Hz	127V / 230V	220V / 400V
	匈牙利	50Hz	220V	380V
	罗马尼亚	50Hz	220V	380V
	保加利亚	50Hz	220V	380V
大 洋 洲	澳大利亚	50Hz	240V	415V
	新西兰	50Hz	230V	230V / 415V
	关 岛	60Hz	120V	240V / 480V